

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-043771

(43)Date of publication of application : 16.02.1999

(51)Int.Cl.

C23C 16/44  
H01L 21/285

(21)Application number : 09-195617

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 22.07.1997

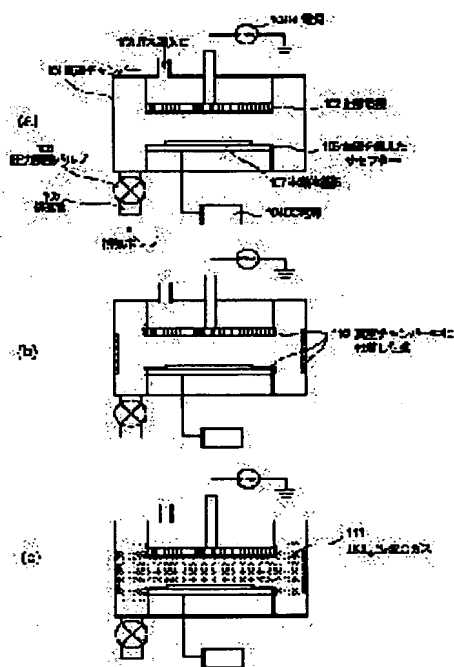
(72)Inventor : TAKUWA TETSUYA

## (54) CLEANING METHOD FOR CVD DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the throughput of the production while stable film is formed without depending on the number of times of treatment by introducing a gaseous mixture of gaseous metallic halogen and a diluted gas and removing metallic or metallic compd. film adhered to the inside of a vacuum chamber caused by the decomposition of gaseous metallic halogen.

**SOLUTION:** For example, in a plasma CVD device Ti is formed on a semiconductor substrate 107 by sending flows of  $TiCl_4$ , Ar and  $H_2$ . At this time, on each wall face of structural members in a chamber, similarly, Ti film 110 is adhered. Next, the semiconductor substrate 107 is discharged from a vacuum chamber 101,  $TiCl_4$  10 sccm and Ar500 sccm as process gases are mixed in an upper electrode 102, after that, this gaseous mixture 111 is fed from many gas exhaust nozzles of the upper electrode 102 into the vacuum chamber, the pressure in the vacuum chamber is regulated to about 30 torr by using a pressure control valve 108, and this state is held for 30 sec. After that, the control valve 108 is perfectly opened, and the pressure in the vacuum chamber is evacuated to  $1.0 \times 10^{-4}$  torr.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3085364

[Date of registration] 07.07.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

✓ [Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

07.07.2005

FEL0005-KRA

2/3

引用例 1 の対応日本公開特許公報の写し

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-43771

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月16日

(51) IntCl.

識別記号

F I

C 2 3 C 16/44

C 2 3 C 16/44

J

H 0 1 L 21/285

H 0 1 L 21/285

C

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平9-195617  
(22) 出願日 平成9年(1997) 7月22日

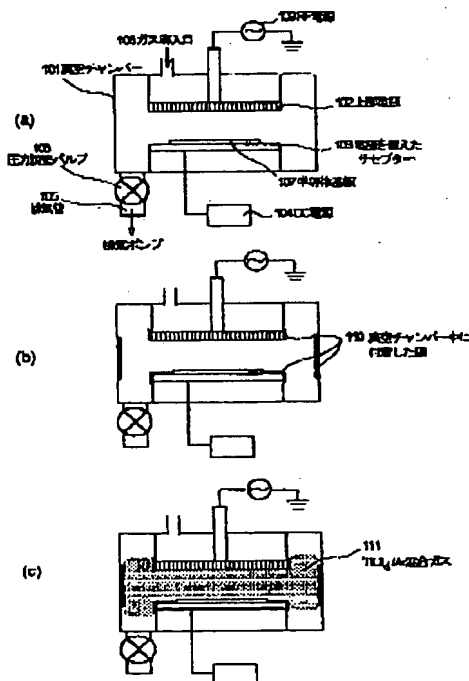
(71) 出願人 000004237  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号  
(72) 発明者 田桑 哲也  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 若林 忠 (外4名)

(54) 【発明の名称】 CVD装置のクリーニング方法

(57) 【要約】

【課題】 処理回数に依存せず、安定した膜を形成しつつ、従来のプラズマによるクリーニング工程を省略し、生産性の優れた半導体装置の製造を可能とする。

【解決手段】 化学気相成長法を用いて金属又は金属化合物膜を成膜する際に、該金属の供給源として使用する金属ハロゲンを含む混合ガス111で真空チャンパー内101をパージすることにより、チャンパー内部に付着した膜110を除去する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属ハロゲンガスの真空チャンパー内での還元分解反応による金属又は金属化合物膜の成膜を行うCVD装置のクリーニング方法であって、該真空チャンパー内に付着した金属又は金属化合物膜を、前記金属ハロゲンガスと希釈ガスとの混合ガスをチャンパー内に導入して除去することを特徴とするCVD装置クリーニング方法。

【請求項2】 前記金属ハロゲンガスと希釈ガスとの混合ガスの導入は、前記真空チャンパー内での成膜工程と同チャンパー内での次の成膜工程との間に少なくとも1回行われ、該混合ガスの所定時間の滞留後、前記チャンパー内を高真空に減圧することを特徴とする請求項1に記載のクリーニング方法。

【請求項3】 前記金属ハロゲンガスは、四塩化チタン、四ヨウ化チタン、フッ化チタン及び六フッ化チタンからなる群から選択されるものであることを特徴とする請求項1又は2に記載のクリーニング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、金属ハロゲンガスの真空チャンパー内での還元分解反応による金属膜の成膜を行う化学気相成長法（CVD）に基づく装置のクリーニング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 LSIの高集積化に伴い、コンタクトホールの微細化が進み、コンタクトホールの深さを直径で除したアスペクト比が増大し、従来から使用されてきたスパッタ法で形成したアルミニウム等の金属では段差被覆性が悪いため、接続抵抗が高くなったり、断線するようになってきている。たとえ配線が可能であっても、電流によりアルミニウムが移動する、いわゆるエレクトロマイグレーションにより断線し易いという信頼性の問題がある。

【0003】 このような問題の対策として、コンタクトホール内を金属で埋め込むことが一般的に行われている。この方法の代表的な例としては、段差被覆性に優れたCVD法により形成したタングステンによりコンタクトホールを埋め込むタングステンプラグ法である。このタングステンプラグ法は、コンタクトホールの接続抵抗（コンタクト抵抗）を下げるためのチタンと、タングステンとの密着性を高め、タングステンの基板材料への侵入を防ぐための窒化チタンからなるバリアメタルをスパッタ法により形成した後、タングステンをCVD法によりコンタクトホールを埋め込んで形成し、タングステンを全面エッチバックしてコンタクトホール内だけにタングステンを残してタングステンプラグを形成している。

【0004】 しかしながら、この方法においても、更にコンタクトホールの微細化が進み、更に高アスペクト比になると、スパッタ法ではコンタクトホール内にチタン

や窒化チタンを所望の厚さに形成することが不可能となって、コンタクト抵抗が増加したり、素子がタングステンにより破壊されたりする問題が起こる。

【0005】 そこで、チタンや窒化チタンも被覆性の高いCVD法により形成する方法も試みられている。ところが、このようなCVD法に用いられる装置では、半導体基板以外の真空チャンパー内にも膜成長が起こり、真空チャンパー内壁に付着した膜は、ある程度の厚さになると剥がれ落ち、パーティクルなどの汚染物発生の原因となっていた。

【0006】 例えば、従来のCVD装置では、図3に示すように、フォトリソグラフィー、ドライエッチング、成膜などの工程を経て素子の形成された半導体基板307を図3(a)に示す真空チャンパー301内に搬送する。次に、プラズマCVD法により、チタン膜を5～30nm程度半導体基板307上に形成する。この処理を100回程度繰り返し行くと、該チャンパー301内壁や、基板を載置するための電極を備えたサセプター303、上部電極302などの装置構成部材表面に膜310が付着し、その一部は剥がれ落ちてパーティクルが増大する。また、図3(b)に示すように、真空チャンパー内に付着した膜310の影響で、チャンパー内の雰囲気は乱れ、成膜速度の低下や形成すべき膜の膜質が悪化するという現象が観測される。特に、金属を成膜中に、発生したパーティクルが半導体基板上に落下した場合には、配線の短絡などが起こり、半導体装置の歩留まりを低下させる。従って、ある回数以上の処理を行った後に、真空チャンパー内に付着した膜をクリーニング除去する必要がある。

【0007】 この対策として、例えば、図3(c)に示すように、六フッ化二炭素（ $C_2F_6$ ）などのハロゲン化合物とアルゴン（Ar）の混合ガスのプラズマ311で、30分程度チャンパークリーニングを行う方法が検討されている。この処理には、更にクリーニング時に発生した析出物を除去するため、アルゴンと水素のプラズマを10分間程度照射する工程を必要とする。これらのプロセスを経て通常の処理を再開することができる。この方法により、真空チャンパー内は見かけ上清浄になる。但し、多くの場合には、クリーニングガスや副生成物がガス送入用のパイプなどに残留するため、真空チャンパー内部の雰囲気が乱れ、結果として、5回以上のダミー成膜を施す必要がある。

【0008】 更に、近年デバイスにおけるコンタクトホールのサイズがより微小になるにつれて、被覆性の優れた熱反応を利用した熱CVD法により、窒化チタン膜でコンタクトホールを埋め込む方法が検討されている。窒化チタンの成膜は一度に数千Åもの膜厚で成膜する必要があり、その分、真空チャンパー内にもより厚く成膜されることとなる。従って、窒化チタンを成膜した場合には、チタンを成膜する場合よりもクリーニングの周期が

短くなり、50回程度の成膜の後に、前記したような六フッ化二炭素 ( $C_2F_6$ ) などのハロゲン化合物とアルゴン (Ar) の混合ガスのプラズマでチャンバークリーニングを行う必要がある。しかしながら、窒化チタン膜成膜に際しては、熱反応を利用しているため、真空チャンパー内の広域に亘って成膜が起こり (図4 (a))、例えば、図4 (c) に示すように、異方性のプラズマを利用したチャンバークリーニング (図4 (b)) では、プラインドとなって除去できない部分も発生する。従って、このようなプラインドとなる部分の膜除去を達成するためには、更にこの装置では、熱CVD法にも関わらず、別途クリーニング用のプラズマ発生手段を設ける必要があるが、そのようなプラズマ発生手段は非常に高価であり、その分装置コストが増大し、半導体装置の生産コストも増大することとなる。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】前記した様に、ハロゲン化合物などのクリーニングガスをプラズマ分解して、真空チャンパー内のクリーニングを行う方法は、プラインドとなる部分も多く、クリーニングが不十分であり、更に、その処理に多くの時間がかかるため、生産性を低下させるという問題も生じる。加えて、クリーニングガス残留により、プロセス特性が劣化するという問題も生じる。

【0010】従って、本発明の目的は、処理回数に依存せず、安定した膜を形成しつつ、上述したようなプラズマによるクリーニング工程に代えて、装置構成の簡略化、及び製造のスループットの向上が可能なCVD装置のクリーニング方法を提供することにある。

#### 【0011】

【発明を解決するための手段】上記課題を解決するべく鋭意検討した結果、化学気相成長法を用いて金属又は金属化合物膜を成膜する際に、該金属の供給源として使用する金属ハロゲンを含む混合ガスで真空チャンパー内をパージすることにより、チャンパー内部に付着した膜を除去できることを見出した。

【0012】即ち本発明は、少なくとも金属ハロゲンガスの真空チャンパー内での還元分解反応による金属又は金属化合物膜の成膜工程を有する半導体装置の製造方法において、該真空チャンパー内に付着した金属又は金属化合物膜を、前記金属ハロゲンガスと希釈ガスとの混合ガスをチャンパー内に導入して除去することを特徴とする半導体装置の製造方法である。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】本発明では、半導体基板上に金属膜を形成した後に、真空チャンパー内をプロセスに用いている金属ハロゲンガスを含む混合ガス、例えば、金属ハロゲンガスと希釈ガスであるアルゴンガスとの混合ガスによりパージを行っている。そのため、金属膜成膜時に真空チャンパー内壁や電極などに付着した膜が、その

都度エッチング除去される。これにより、成膜時には真空チャンパー内は常に清浄となり、また、プロセスに用いるガスを利用するために、別途クリーニングガスを導入したときのように、クリーニングガスの置換操作は不要となり、ガス残留によるプロセス劣化もない。特に本発明の方法では、従来長時間を要していたチャンバークリーニング工程に替えて、ごく短時間のパージ操作で効果があり、例えば、一つの半導体基板への成膜と次の半導体基板への成膜の間の基板搬送時間を利用して処理することが可能であるため、スループットが大幅に向上し、なおかつ、処理枚数に依存せず、常に安定した膜が形成される。

【0014】本発明で、プロセスガスとして使用される金属ハロゲンガスとしては、四塩化チタン、四ヨウ化チタン、フッ化チタン、六フッ化チタンなどが挙げられる。このような金属ハロゲンガスは、成膜した膜に対してある程度のエッチング性があり、単にこのガスで真空チャンパー内をパージすることで真空チャンパー内に付着した膜を除去することができる。なお、成膜される膜としては、チタン金属膜、窒化チタン膜などが挙げられる。また、本発明では、上記のハロゲン化チタンガスに替えて、ハロゲン化タングステンガスをを用いて、タングステンプラグなどのタングステン金属を成膜する処理にも適用できる。

【0015】前記金属ハロゲンガスと同時に導入される希釈ガスは、該金属ハロゲンガスを希釈する目的さえ満たせば特に限定されず、公知のアルゴン、窒素、水素などのガスが使用できる。

【0016】パージのために導入される金属ハロゲンガスの量は、特に規定はなく成膜した膜厚により異なるが、好ましくは、 $2 \sim 50 \text{ sccm}$ 、特に  $5 \sim 10 \text{ sccm}$  が望ましい。また、同時に導入される希釈ガスの量も、特に規定されないが、導入される金属ハロゲンガスに対して、 $10 \sim 100$  倍程度、より好ましくは、50倍程度使用すればよい。

【0017】パージの際の圧力は、好ましくは  $50 \sim 20 \text{ Torr}$ 、特に  $10 \text{ Torr}$  が望ましい。更に、クリーニング時の真空チャンパー内の温度は、導入したガスが熱分解しない温度であれば良く、プロセス処理後の自然冷却による温度範囲内で行うことができる。

【0018】このようにして導入された混合ガスは、チャンパー内でごく短時間滞留させることでチャンパー内に付着した膜を除去できる。混合ガスの滞留時間は成膜した膜厚により異なり、適宜所望の効果が得られるよう設定すればよい。

【0019】混合ガスをチャンパー内で所定時間滞留させることで、チャンパー内に付着した膜はエッチング除去されるが、該チャンパー内にはエッチング分解物が残留するため、これを系外に排出すべく、真空チャンパーを一旦高真空引きするのが望ましい。

【0020】以上の操作は、所定の処理回数後に行うこともできるが、本発明ではその効果を確実なものとするために、前記真空チャンバー内での成膜工程と同チャンバー内での次の成膜工程との間に少なくとも1回行うのが望ましい。前述したように、本発明の方法では、ごく短時間で効果があるため、例えば、半導体基板の搬送の合間にその都度上記の操作を行うことにより、チャンバークリーニングのために特に時間をとる必要がなくなり、スループットが飛躍的に向上する。

【0021】本発明は、金属ハロゲンガスの真空チャンバー内での還元分解反応による金属又は金属化合物の成膜に使用される化学気相成長法に基づく装置に適用でき、熱CVD法、プラズマCVD法、光CVD法など、いずれの方法による装置にも使用できる。また、装置の構成としては、後述する実施例で説明する平行平板型に限定されず、縦型、縦型、バレル型、回転型、ラジアルフロー型、枚葉式など、あるいは所望の形状の物品への被覆のために特別に設計された装置にも適用することができる。

#### 【0022】

【実施例】以下、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

#### 【0023】実施例1

図1(a)は、本発明が適用されるCVD装置の概念図である。図中、101は、直径600mmの真空チャンバーである。この真空チャンバーの側壁は、200℃に加熱され、その内部には平板状の上部電極102、下部には電極を備えたサセプター103が互いに平行に対向配置されている。サセプター103には、DC電源104が接続されており、0Vから500Vまでの電圧を印加できるようになっており、650℃程度までに加熱できる機構になっている。前記チャンバー101の下部付近には、排気管105が設置されており、該排気管105の他端には真空排気のための不図示の真空ポンプが接続されている。また、前記上部電極102には、多数のガス噴出口が設けられており、ガス導入口106から導入されたガスは、そのガス噴出口を介してチャンバー101の反応領域内に導入される。なお、109は、上部電極102に接続されたRF電源である。

【0024】次に、このプラズマCVD装置を用いてチタン膜を形成する方法を説明する。チタン膜は四塩化チタン( $TiCl_4$ )を3~10sccm、アルゴン(Ar)を200~500sccm、水素( $H_2$ )を1000~2000sccmで流し、圧力3~10Torr、基板温度500~600℃で、上部電極102にRFパワー数100Wを印加して、プラズマを発生させるプラズマCVD法により基板上にチタン膜を10~30nmの厚さに成膜する。このとき、チャンバー内の構成部材の各壁面には、同様にチタン膜110が付着している

(図1(b))。

【0025】次に、半導体基板107を真空チャンバー101から取り出し、上部電極102内でプロセスガスである四塩化チタン10sccmとアルゴン500sccmを混合した後、該混合ガス111を前記上部電極102の多数のガス噴出口から、真空チャンバー内に供給し、圧力調整バルブ108を用いて真空チャンバー内の圧力を30Torr程度とし、30秒間その状態を保持した(図1(c))。その後、圧力調整バルブ108を全開として真空チャンバー内の圧力を1.0E-4Torrまで真空引きする。この操作を1回から数回繰り返す。四塩化チタンは、プラズマを用いなくともチタンに対するエッチング速度が大きく、上記の条件下では約500Å/分のエッチング速度であった。そのため、サセプター103や真空チャンバー101内の不要な膜が効率よく除去できる。更にプラズマを用いていないため、異方性の影響が少なく、装置内の隅々までガスが行き届き、従来、除去が困難であったプラズマ発生領域から離れた部分の膜も除去できるようになった。

【0026】以上の操作を、半導体基板処理毎に行うことにより、チタン成膜時に電極や真空チャンバー内壁に付着した膜がその都度除去され、真空チャンバー内は常に清浄な状態に保たれる。また、CVDプロセスに用いているガスを利用しているため、別途クリーニングガスを導入する必要がない。そのため、装置が簡略化できるばかりではなく、従来、クリーニングガスをガスラインに残ることによるプロセスのリカバリーの時間を必要としない。更に、半導体基板を別の真空チャンバーに移動している時間を利用して処理を行うことができるため、スループットが大幅に向上する。

【0027】なお、上記説明では、希釈ガスとしてアルゴンを用いたが、これに限らず、希釈する目的さえ満たせば、窒素や水素など、どのようなガスを用いても同等の効果が得られる。また、上記説明ではプロセスガスである四塩化チタンを用いたが、新たなラインを用いて同じハロゲン化チタンである四ヨウ化チタンなどを用いても同様の効果がある。

#### 【0028】実施例2

図2(a)は、実施例1で用いた真空チャンバーと同様の構造のCVD装置の概念図である。但し、この装置はプラズマ発生機構を必要としないため、RF電源、上部電極及びサセプター電極は不要である。従って、この装置では、実施例1の装置の上部電極及びサセプター電極に替えて、複数のガス噴出口が設けられたガス吹き出し口202と、基板加熱機構を有する加熱型サセプター203が設けられている。

【0029】まず、このCVD装置を用いて窒化チタン膜を形成する方法を説明する。窒化チタン膜は四塩化チタン( $TiCl_4$ )を30~50sccm、アンモニアガス( $NH_3$ )を40~70sccm、窒素( $N_2$ )を3

0~50 sccmで流し、圧力15~30 Torr、半導体基板207を500~650℃に加熱し、熱CVD法により窒化チタン膜を0.05~0.3 μmの厚さに成膜する。窒化チタン膜は、一般的にチタン膜に比べて成膜する膜厚が大きく、更に熱反応を利用したCVD法で形成されるのがもっとも実用性が高いため、図2

(b)に示すように真空チャンバー201内に付着した膜210の分布範囲が図1(b)と比べて広がっている。

【0030】次に、半導体基板107を真空チャンバー101から取り出し、プロセスガスである四塩化チタン10 sccmとアルゴン500 sccmをガス導入口206から導入し、ガス吹き出し口202上部の空間内で混合した後、該混合ガス211を前記ガス吹き出し口202の多数のガス噴出口から、真空チャンバー内に供給し、圧力調整バルブ208を用いて真空チャンバー内の圧力を1~10 Torrとし、1分間その状態を保持した(図2(c))。その後、圧力調整バルブ208を全開として真空チャンバー内の圧力を1.0E-5 Torrまで真空引きする。この操作を1回から数回繰り返す。

【0031】以上の操作を、半導体基板処理毎に行うことにより、チタン成膜時に真空チャンバー内壁に付着した膜がその都度除去され、真空チャンバー内は常に清浄な状態に保たれる。また、この例では、異方性の強いプラズマを利用していないため、ガスが真空チャンバーの隅々まで行き渡り、効率よくチャンバーを清浄化することができる。更に、窒化チタン膜を成膜する場合には、高価で複雑なプラズマ発生機構を必要としないため、チャンバー構造を簡単に信頼性の高いものにすることができる。更に、チャンバークリーニングに特に時間をとられることなく、半導体基板を別の真空チャンバーに移動している時間を利用して処理を行うことができるため、スループットが大幅に向上する。

【0032】なお、上記説明では、希釈ガスとしてアルゴンをを用いたが、これに限らず、希釈する目的さえ満たせば、窒素や水素など、どのようなガスを用いても同等の効果が得られる。また、上記説明ではプロセスガスである四塩化チタンを用いたが、新たなラインを用いて同じハロゲン化チタンである四ヨウ化チタンなどを用いても同様の効果がある。

#### 【0033】実施例3

第3の実施例は、六フッ化タングステンを水素又はモノシランによって還元するCVD法により、タングステン膜を成膜する半導体装置に関する。

【0034】まず、タングステンの成膜方法から説明する。CVD法によるタングステンの成膜は、半導体装置の製造にみられるように多くの場合、深いコンタクトホールなどの凹部を埋め込むのに用いられる。その成膜方法は、核生成工程と埋め込み工程の2段階で行われる。

以下、半導体基板のコンタクトホール埋め込みを例に説明する。最初に、真空チャンバー内に、半導体基板を搬送し、450℃まで該基板を加熱した後、モノシランを10 sccm、六フッ化タングステンを20 sccm、アルゴンを800 sccm、水素を1000 sccm導入し、圧力調整バルブによりチャンバー内を30 Torrとして約10秒間成膜を行う。このような基板表面に核形成工程を行った後、連続的に、六フッ化タングステンを95 sccm、アルゴンを600 sccm、水素を1000 sccm導入し、圧力調整バルブによりチャンバー内を90 Torrとして約50秒間成膜を行い、コンタクトホールを埋め込む。これらの条件で成膜した場合には、タングステンの約5000 Å成長する。

【0035】核形成工程では六フッ化タングステンによる基板シリコンの消費を抑えるため、埋め込み工程では必要としないシランが導入され、更に六フッ化タングステンの導入量を埋め込み工程に比べてかなり抑えている。

【0036】タングステンの成膜が終わった後、半導体基板を真空チャンバーから取り出し、プロセスガスである六フッ化タングステン100 sccmとアルゴン1000 sccmを混合し、真空チャンバー内に供給する。真空チャンバー内の圧力を10 Torr程度として30秒間保った後、真空チャンバー内の圧力を1.0E-4 Torrまで真空引きする。この操作を1回から数回繰り返す。六フッ化タングステンは、プラズマを用いなくてもタングステンに対するエッチング速度が大きく、上記の条件下では約600 Å/分である。そのため、真空チャンバー内に付着した不要な膜の除去が効率よくできる。更にプラズマを用いていないために異方性の影響が少なく、装置内の隅々までガスが行き渡るために、不要なタングステン膜の除去がより効果的となる。

【0037】以上の操作を、半導体基板処理毎に行うことにより、タングステン成膜時に電極や真空チャンバー内壁に付着した膜がその都度除去され、真空チャンバー内は常に清浄な状態に保たれる。また、この例では、異方性の強いプラズマを利用していないため、ガスが真空チャンバーの隅々まで行き渡り、効率よくチャンバーを清浄化することができる。更に、タングステン膜を成膜する場合には、高価で複雑なプラズマ発生機構を必要としないため、チャンバー構造を簡単に信頼性の高いものにすることができる。更に、チャンバークリーニングに特に時間をとられることなく、半導体基板を別の真空チャンバーに移動している時間を利用して処理を行うことができるため、スループットが大幅に向上する。

【0038】なお、上記説明では、希釈ガスとしてアルゴンをを用いたが、これに限らず、希釈する目的さえ満たせば、窒素や水素など、どのようなガスを用いても同等の効果が得られる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、基板上に金属又は金属化合物を化学気相成長法で形成した後に、各成膜処理毎に真空チャンバー内をCVDプロセスガスである金属ハロゲンガスと希釈ガスとの混合ガスでパージを行っている。そのため、成膜時に電極や真空チャンバー内壁などの装置の構成部材に付着した膜が、その都度除去されるため、真空チャンバー内は常に清浄である。そのため、従来長時間かかっていたチャンバークリーニングが、本発明では基板を別の真空チャンバーに移動している間に処理することが可能であり、スループットが大幅に向上する。また、クリーニングガスの残留によるプロセス劣化も生じない。特に、熱CVD法により成膜の可能なタングステンや窒化チタンなどを成膜する場合には、プラズマを必要としないので、簡単で安価な装置を使用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(c)は、本発明による第1の実施例を工程順に示した概略図である。

【図2】(a)～(c)は、本発明による第2の実施例

を工程順に示した概略図である。

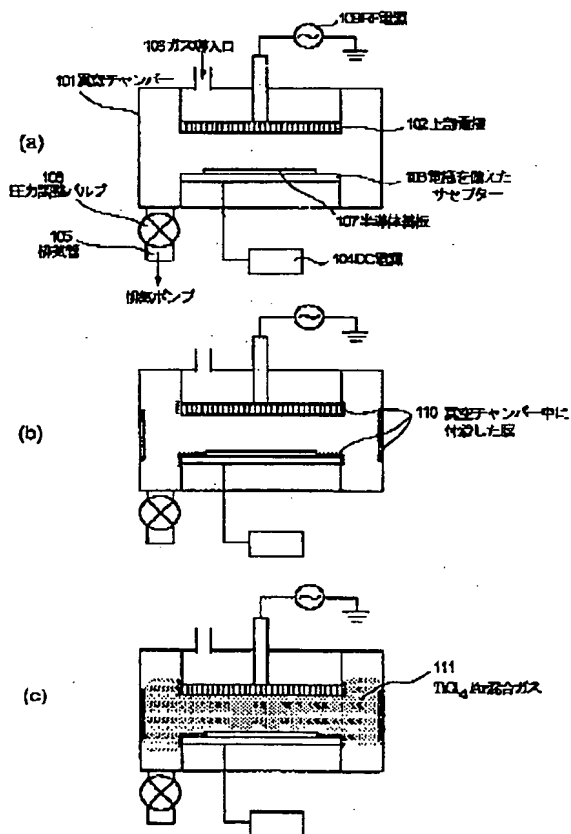
【図3】(a)～(b)は、従来のプラズマCVD装置のクリーニングを工程順に示した概略図である。

【図4】(a)～(c)は、従来の熱CVD装置のクリーニングを工程順に示した概略図である。

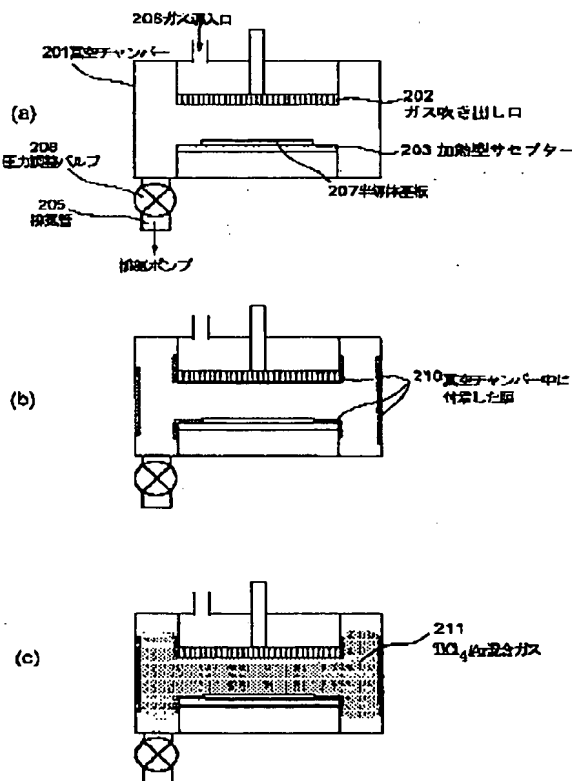
#### 【符号の説明】

- 101、201 真空チャンバー
- 102 上部電極
- 103 電極を備えたサセプター
- 104 DC電源
- 105、205 排気管
- 106、206 ガス導入口
- 107、207 半導体基板
- 108、208 圧力調整バルブ
- 109 RF電源
- 110、210 真空チャンバー中に付着した膜
- 111、211  $TiCl_4/Ar$  混合ガス
- 202 ガス吹き出し口
- 203 加熱型サセプター

【図1】

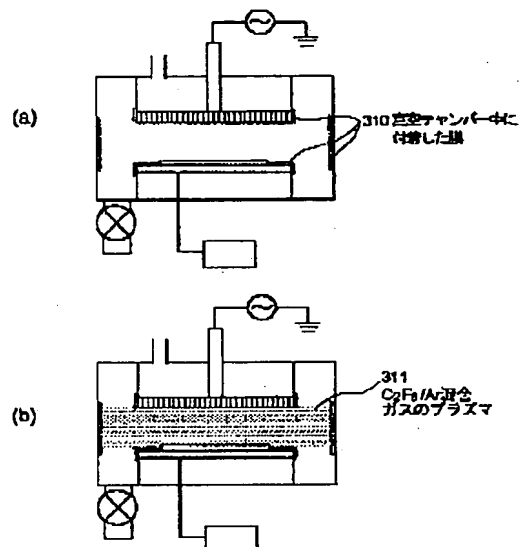


【図2】





【図 3】



【図 4】

